



STUDY OF INTERACTIONS IN SYSTEMS CONSISTING OF N-OXY 2,6 DIMETHYLPYRIDINE, DIHYDROORTOPHOSPHATE AND AMMONIUM HYDROORTOPHOSPHATE

Abidov I.¹, Hoshimov F.²

^{1,2} Namangan Engineering Technological Institute

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5068379>

ARTICLE INFO

Received: 20th June 2021

Accepted: 25th June 2021

Online: 30th June 2021

KEY WORDS

physiologically active substances, ammonium dihydrogen phosphate, ammonium hydroorthophosphate, N-oxide-2,6-dimethylpyridine, mixing, humidity, composition, temperature, diagram, solubility, concentration.

ABSTRACT

The article presents the results of studies on the interaction of N-hydroxy 2,6-dimethylpyridine introduced into the composition as a physiologically active substance with ammonium derivatives. The studied polytherms of the system are characterized by the presence of crystallization fields; triple points corresponding to certain compositions have been found. Isotherms are constructed on the basis of polythermal sections using interpolation.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ, СОСТОЯЩИХ ИЗ N-ОКСИ 2,6 ДИМЕТИЛПИРИДИНА, ДИГИДРООРТОФОСФАТ И ГИДРООРТОФОСФАТ АММОНИЯ

Абидов И.¹, Хошимов Ф.²

^{1,2} Наманганский инженерно-технологический институт

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 20 июня 2021 г.

Утверждено: 25 июня 2021 г.

Опубликовано: 30 июня 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

физиологически активные вещества, дигидроортофосфат аммония, гидроортофосфат аммония, N-окись-2,6-диметилпиридин, смешивания, влажность, состав,

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований взаимодействие введенного в состав как физиологически активного вещества N-окси-2,6-диметилпиридина с производными аммония. Изученные политермы системы характеризуется наличием полей кристаллизации, найдены тройные точки соответствующие определенным составам. На основании политермических разрезов с помощью интерполяции построены изотермы.



температура,
диаграмма,
растворимость,
концентрация.

Введения.

Всемирная конференция ООН, посвященная народонаселению отметила высокие темпы роста населения мира. Специалисты ООН отметили, что сейчас численность населения Земли составляет 7,7 миллиарда человек, к 2050 году превысит 9,7 миллиарда человек, а уже к концу столетия вырастет до 11 миллиардов.

Об этом [говорится](#) в докладе ООН,

подготовленном к 52-му заседанию Комиссии по народонаселению и развитию Экономического и Социального Совета [1].

Ниже приведён список стран мира с прогнозируемой численностью их населения по оценке Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН. Приведён средний вариант прогноза на 1 июля 2015, 2020, 2030, 2050 и 2100 годов (табл. 1).

Таблица 1.

Стран мира с прогнозируемой численностью их населения

Страна	2015	2020	2030	2050	2100
Мир	7 383 008 820	7 731 626 626	8 322 708 853	9 300 358 925	11 072 713 524
Индия	1 309 053 980	1 383 197 754	1 512 985 205	1 658 978 163	1 516 597 388
Китай	1 397 028 553	1 424 548 267	1 441 181 819	1 364 456 729	1 020 665 209
Нигерия	181 181 744	206 152 598	264 067 525	410 637 684	793 942 313
США	319 929 162	331 431 527	354 711 684	389 591 669	447 483 154
Бразилия	205 962 108	213 863 046	225 472 214	232 688 044	190 423 052
Россия	143 888 004	143 786 842	140 543 418	132 730 511	124 012 605
Турция	78 271 472	83 835 750	88 416 609	95 626 879	85 776 302
Япония	127 974 958	126 495 647	121 580 505	108 794 446	84 532 388
Британия	65 397 080	67 334 208	70 578 614	75 381 137	80 975 491
Франция	64 457 201	65 721 165	67 894 271	70 608 998	74 241 659
Германия	81 707 789	82 540 450	82 186 736	79 238 486	71 033 283
Афганистан	33 736 494	38 054 941	46 699 545	61 928 118	70 409 629
Йемен	26 916 207	30 245 305	36 815 286	48 304 040	53 535 658
Канада	35 949 709	37 603 205	40 417 535	44 948 602	51 621 993
Италия	59 504 212	59 132 073	58 109 918	55 093 194	47 819 324
Саудовская Аравия	31 557 144	34 709 640	39 480 349	45 056 349	44 028 699
Австралия	23 799 556	25 398 177	28 234 742	33 186 818	41 834 586
Малайзия	30 723 155	32 869 323	36 814 968	41 729 217	41 799 363
Корея	50 593 662	51 506 975	52 701 817	50 456 832	38 707 134
Испания	46 397 664	46 459 219	46 115 125	44 394 558	38 378 242



Узбекистан	30 976 021	33 235 825	36 712 267	40 950 366	38 142 231
Украина	44 657 704	43 579 234	41 200 374	36 415 702	28 185 563
Тажикистан	8 548 651	9 475 246	11 194 411	14 521 291	18 928 234
ОАЭ	9 154 302	9 813 170	11 054 579	13 163 548	14 776 335
Швеция	9 763 565	10 121 686	10 712 041	11 626 301	13 415 547
Швейцария	8 319 769	8 670 535	9 203 908	9 879 901	10 482 416
Азербайжан	9 617 484	10 099 743	10 680 202	11 039 198	9 558 619
Чехия	10 603 762	10 633 424	10 528 196	10 054 302	8 892 165
Киргизия	5 865 401	6 301 718	6 997 284	8 112 653	8 851 934
Туркмения	5 565 284	6 031 195	6 767 418	7 887 617	8 323 978
Белоруссия	9 485 772	9 415 431	9 163 188	8 570 898	7 605 140
Грузия	3 999 812	3 977 028	3 868 370	3 483 128	2 438 210
Литва	2 878 405	2 794 898	2 655 066	2 375 417	2 012 601
Молдавия	4 068 897	4 020 988	3 838 660	3 243 158	1 855 779
Армения	3 017 712	3 038 097	2 992 693	2 728 735	1 793 392
Латвия	1 970 503	1 918 949	1 806 289	1 593 463	1 278 130
Эстония	1 312 558	1 295 159	1 243 331	1 129 047	903 682

Достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надежного обеспечения продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем неразрывно связано с повышением почвенного плодородия. В настоящее время основная часть продукции растениеводства производится благодаря минеральным удобрениям: на их долю приходится 50-55% прироста урожая [2].

Мощности по производству аммиака к 2020 г. возрасли на 10% относительно 2010 г. – до 230 млн. т NH_3 . Основные мощности введены в Китае, Индонезии, США, Алжире, Египте и Нигерии. Прирост мощностей по производству аммиака определяется расширением производственной базы по выпуску карбамида, на который приходится 55% рынка азотных удобрений.

Глобальная мощность по выпуску карбамида за период 2015–2020

гг. возрасло на 10% – до 229 млн. т. Примерно 35% новых проектов реализовано в Восточной Азии, 18% – в Африке и 15% – в Северной Америке. Всего вводили 60 новых проектов по выпуску карбамида, из них 20 введены в Китае.

На рынке фосфатного сырья прирост предложения составило 11% – до 250 млн. т, при этом 80% прироста объемом 35 млн. т произошло за счет расширения производственной базы в Марокко, Саудовской Аравии, Иордании и Китае. Глобальная мощность по выпуску фосфорной кислоты за период 2015–2020 гг. возрасло на 13% – до 65,3 млн. т за счет ввода 30 новых производств, причем треть из них – в Китае. Кроме того, новые проекты реализованы в Марокко, Саудовской Аравии и Бразилии. Рост спроса на фосфорную кислоту до 2020 г. составило 2,5% в год. В период 2015–2020 гг. введено 30 новых мощностей по выпуску фосфорных удобрений, в

результате чего мировая мощность возросло на 7 млн. т (п.в.) – до 52 млн. т (п.в.).

Более 60% потребления минеральных удобрений в мире приходится на азотные туки, которые имеют достаточно широкий продуктовый спектр. На рис. 1–5 представлены структуры потребления наиболее востребованных видов азотных удобрений на самых емких рынках стран мира.

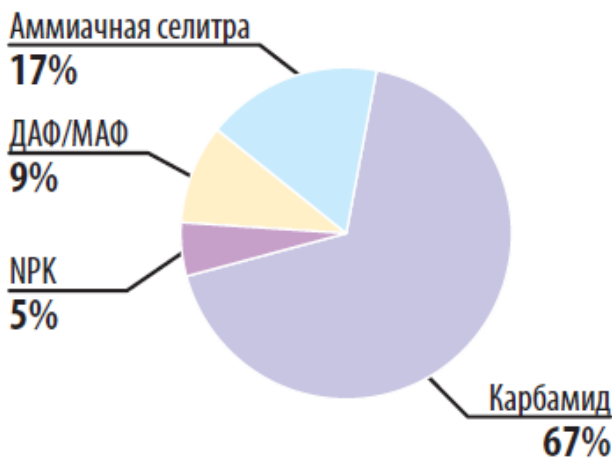


Рис. 1. Структура потребления азотных удобрений в Китае

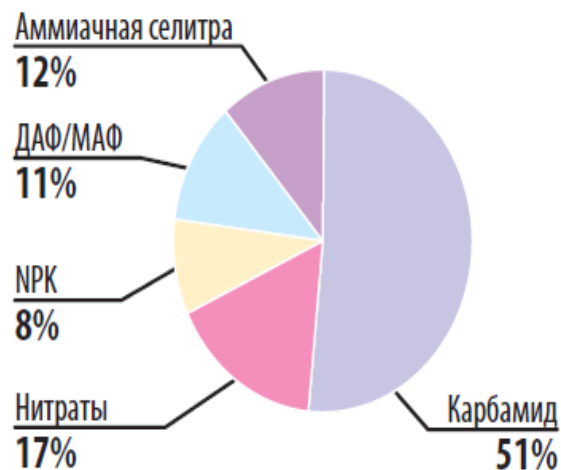


Рис. 2. Структура потребления азотных удобрений в Бразилии

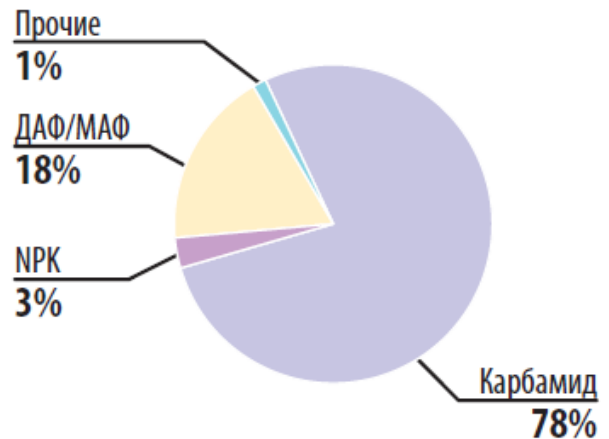


Рис. 3. Структура потребления азотных удобрений в Индии

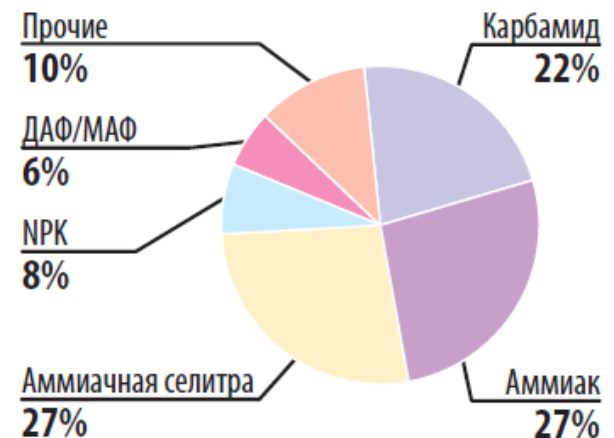


Рис. 4. Структура потребления азотных удобрений в США

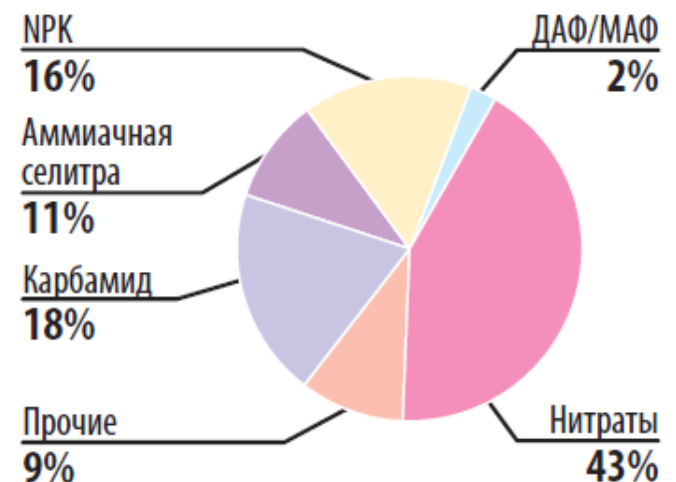


Рис. 5. Структура потребления азотных удобрений в Евросоюзе

Активный прирост населения земного шара предопределяет обострение проблемы обеспечения



продовольствием. А это значит, что мировой рынок минеральных удобрений, без которых невозможно решить данную проблему, будет и далее расширяться. Эта парадигма стимулирует рост мощностей по выпуску практически всех видов удобрений, что усиливает конкуренцию среди их поставщиков, в числе которых – и российские производители минеральных удобрений.

Химики, выпускающие минеральные удобрения, вносят значительный вклад в решение глобальной проблемы обеспечения населения Земли продовольствием.

При производстве такого количества питательных элементов потребление туков на душу населения в развивающихся странах возрастет с 7 до 23 кг питательных веществ, а в промышленно развитых странах с 55 до 145 кг. Основные тенденции в развитии мирового производства и потребления минеральных удобрений будут заключаться в повышении концентрации питательных элементов в удобрениях в результате применения более совершенных форм и составов удобрений. Наряду с применением удобрений и различных приемов агротехники для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо использовать физиологически активные вещества (ФАВ) - регуляторы роста, гербициды, фунгициды и др.

Сегодня низкие урожаи во многом объясняются диспропорцией в развитии производства минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Так, если в странах с

развитым сельским хозяйством на 1 т минеральных удобрений применяется 30-50 кг препаратов химических средства защиты растений (ХСЗР), то в постсоветских странах - только 13 кг. В результате значительная часть питательных веществ минеральных удобрений поглощается сорняками, 20-30% возможного сбора урожая теряется из-за вредителей и болезней [3].

Переход на интенсивный путь развития предполагает экономию совокупных затрат на единицу продукции. Создание и внедрение индустриальных технологий позволит экономить не только живой, но и совокупный труд [4].

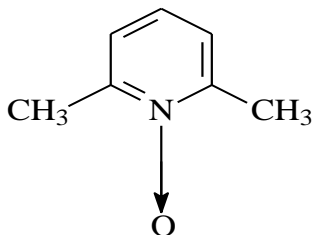
Существует огромное количество биологически активных соединений, применению которых препятствует недостаточным эффективностью, токсичным воздействием на теплокровных, способностью накапливаться во внешней среде, недоступностью сырья и полупродуктов для их синтеза, высокой стоимостью. Перспективными в этом отношении являются производные пиридина [5, 6].

Результаты физико-химических исследований растворимости и плавкости систем, данных по накоплению биурета в карбамиде, изучение реологических свойств растворов экстракционная фосфорная кислота (ЭФК), плава карбамида, позволили разработать и предложить принципиальную технологическую схему получения аммофоса и карбамида, содержащего ФАВ, что позволяет полностью механизировать процесс одновременного внесения удобрений и ФАВ с целью снижения затрат на их



внесение. Агрохимические испытания показали их эффективность [7].

N-окись -2,6-диметилпиридина (ИВИН) - бесцветная жидкость, прозрачная, гигроскопическая со специфическим запахом, эмпирическая формула которого - C_7H_9NO , а структурная формула:



Синтез ИВИНа описан в литературе [8-10]. В списке разрешенных к применению в сельском хозяйстве регуляторов роста растений значится препарат ИВИН [11, 12].

Проведенные вегетационные опыты с предпосевной обработкой семян хлопчатника раствором ИВИНа показали на повышение энергии прорастания, появление ранних всходов и повышении урожая хлопка-сырца, за счет увеличения количества коробочек [13].

Таким образом, ИВИН проявляет слабую ауксиновую и цитокининовую активность. На целые растения ИВИН оказывает действие, характерное для ауксинов, гиббереллинов и цитокининов. Он активизирует ростовые процессы в начальные фазы развития, несколько ускоряет начало цветения и плодоношения, увеличивает ранний и общий урожай культур. Следовательно, применение ИВИНа является экономически и агрохимически целесообразным,

Методы. В лабораторных условиях были получены образцы удобрений путем выпарки при $100^{\circ}C$

растворов аммафоса, содержащих различные количества ИВИН. При выполнении исследований применялись перекристаллизованные соли квалификации "ч.д.а." и "х.ч." и синтезированные лабораторным путем ИВИН.

Проводились анализы по известным методикам на содержание фосфора [14], азота по методу Кьельдаля [15], воды по методу Фишера [16].

Содержание биурета в плаве карбамида с ФАВ анализировали по известной методике [17].

Для изучения растворимости фаз в водно-солевых системах использовался визуально-политермический метод анализа, разработанный А.Г.Бергманом [18]. С целью уточнения узловых точек и крутизны поверхности кристаллизации строились проекции политермы на боковые стороны системы [19].

Результаты и их обсуждение.

Политерма растворимости системы $C_7H_9NO-NH_4H_2PO_4-H_2O$ изучена с помощью девяти внутренних разрезов: из них первые шесть направлены от стороны $C_7H_9NO-H_2O$ к вершине $NH_4H_2PO_4$ а остальные три - от стороны $NH_4H_2PO_4-H_2O$ к вершине C_7H_9NO [20].

Двойная система $NH_4H_2PO_4-H_2O$ хорошо изучена [21] и наши результаты согласуются с литературными данными, Криогидратная смесь отвечает составу 17,9% $NH_4H_2PO_4$ 82,1% H_2O при температуре $-4,3^{\circ}C$. Система $C_7H_9NO-H_2O$ изучена нами впервые от $-3,4$ до $30,0^{\circ}C$. Эвтектика соответствует $-3,4^{\circ}C$ и составу 19,3% C_7H_9NO и 80,7% H_2O (таблица 2).

Таблица 2.

Данные по растворимости в системе N -окись- 2,6-диметилпиридина - вода

Состав раствора, мас%.		Температура кристаллизации, °С	Твердые фазы
C ₇ H ₉ NO	H ₂ O		
100	0	11,0	C ₇ H ₉ NO
90	10	28,7	То же
82,5	17,5	25,4	C ₇ H ₉ NO+ C ₇ H ₉ NO* H ₂ O
80	20	27,6	C ₇ H ₉ NO* H ₂ O
70	30	31,5	То же
60	40	29,1	То же
50	50	23,5	То же
40	60	16,8	То же
30	70	8,9	То же
19,3	80,7	-3,4	Лед+ C ₇ H ₉ NO* H ₂ O
10	90	-1,2	То же
0	100	0	Лед
76,6	23,4	30	C ₇ H ₉ NO* H ₂ O
61,8	38,2	30	То же

По совокупности данных политерм внутренних разрезов и бинарных систем построена политермическая диаграмма растворимости системы от -5,4 до 70,0°С, на которой выделены поля кристаллизации льда, C₇H₉NO, NH₄H₂PO₄ и нового соединения C₇H₉NO-H₂O. В системе установлены две тройные точки. Эвтектика равна 9,2% C₇H₉NO, 12,3% NH₄H₂PO₄, 78,5% H₂O при температуре -5,4°С. Характеристика

узловых точек дана в таблице 3. На основании политермических разрезов с помощью интерполяции построены изотермы через каждые 10°С. Из политермы видно, что основную часть диаграммы занимает поле кристаллизации C₇H₉NO, что говорит о его плохой растворимости в водных растворах NH₄H₂PO₄. C₇H₉NO и NH₄H₂PO₄ взаимно высаливают друг друга, при этом растворимость NH₄H₂PO₄ уменьшается на 34,7% а C₇H₉NO-70,1%.

Таблица 3.

Двойные и тройные точки системы N окись-2,6-диметилпиридин-дигидроортофосфат аммония - вода

Состав раствора, мас%.			Температура кристаллизации, °С	Твердые фазы
C ₇ H ₉ NO	NH ₄ H ₂ PO ₄	H ₂ O		
82,2	0	17,8	25,4	C ₇ H ₉ NO*H ₂ O+ C ₇ H ₉ NO
69,8	0,7	29,5	32,1	То же
59,4	1,2	39,4	30,7	То же
57,0	1,9	41,1	30,0	C ₇ H ₉ NO*H ₂ O+ C ₇ H ₉ NO+ NH ₄ H ₂ PO ₄
47,5	3,7	48,8	26,2	C ₇ H ₉ NO*H ₂ O+ NH ₄ H ₂ PO ₄
32,7	6,8	60,5	18,1	То же



17,1	8,0	74,0	14,7	То же
18,1	10,0	71,0	7,8	То же
19,5	0	80,5	-3,4	Лед+ C ₇ H ₉ NO*H ₂ O
13,2	9,0	77,8	-4,8	То же
9,2	12,3	78,5	-5,4	Лед+ C ₇ H ₉ NO*H ₂ O+ NH ₄ H ₂ PO ₄
8,6	12,8	78,6	-5,3	Лед+ NH ₄ H ₂ PO ₄
0	17,9	82,1	-4,3	То же
47,0	6,0	46,1	40,7	C ₇ H ₉ NO+ NH ₄ H ₂ PO ₄
30,0	14,2	55,8	60,0	То же
25,0	17,1	57,9	61,4	То же
14,0	30,8	55,2	64,5	То же
12,1	35,4	52,5	65,0	То же

Растворимость в системе C₇H₉NO–(NH₄)₂ HPO₄–H₂O изучена с помощью одиннадцати внутренних разрезов, из них 1-У2 проведены от боковой стороны C₇H₉NO–H₂O к вершине (NH₄)₂ HPO₄, а У3-Х1- от стороны (NH₄)₂ HPO₄–H₂O к вершине C₇H₉NO. Бинарная система (NH₄)₂ HPO₄–H₂O ранее изучена [22-26]. Нами была воспроизведена экспериментально эвтектическая точка системы; она соответствует температуре -6,5°С и составу раствора 29,5% (NH₄)₂ HPO₄, 70,5% H₂O. На основе разрезов и двойных систем построена политерма растворимости в интервале температур от -5,8 до 70,0°С, разграничены поля кристаллизации

исходных компонентов и нового соединения C₇H₉NO* H₂O.

Эвтектическая точка системы соответствует температуре -5,8°С и составу раствора 1,2% C₇H₉NO, 34,0% (NH₄)₂ HPO₄ и 64,8% H₂O. Во второй тройной точке система при температуре 16,6°С и составе 0,8% C₇H₉NO, 38,8% (NH₄)₂ HPO₄, 60,4% H₂O кристаллизуются следующие фазы: лед, C₇H₉NO, (NH₄)₂ HPO₄, N-окись-2-6-диметилпиридина и гидроортофосфат аммония взаимно высаливают друг друга. Растворимость (NH₄)₂ HPO₄ уменьшается на 37,6%, а C₇H₉NO - на 81,4%.

Таблица 4.

Двойные и тройные точки системы N -окись-2,6-диметилпиридин - гидрофосфат аммоний-вода

Состав раствора, мас. %.			Температура кристаллизации, °С	Твердые фазы
C ₇ H ₉ NO	(NH ₄) ₂ HPO ₄	H ₂ O		
82,2	0	17,8	25,4	C ₇ H ₉ NO*H ₂ O+ C ₇ H ₉ NO
69,7	1,2	29,1	30,3	То же
59,2	1,9	38,9	29,9	То же
49,6	2,0	48,4	25,6	То же
39,1	2,7	53,2	20,0	То же
28,1	6,0	65,9	16,0	То же
23,9	7,8	68,3	15,5	То же



18,3	11,8	69,9	15,2	То же
9,8	18,0	76,1	13,7	То же
7,8	20,0	72,2	12,7	То же
1,9	30,0	68,1	6,0	То же
1,2	34,0	64,8	-5,8	Лед+ C ₇ H ₉ NO C ₇ H ₉ NO*H ₂ O
10,0	9,0	81,0	-4,7	То же
9,2	9,9	80,0	-4,8	То же
3,2	19,6	77,2	-5,4	То же
0,8	38,8	60,4	16,6	Лед+(NH ₄) ₂ HPO ₄ + C ₇ H ₉ NO
0	38,2	61,8	16,5	Лед+ (NH ₄) ₂ HPO ₄
0	29,5	70,5	-6,5	Лед+ (NH ₄) ₂ HPO ₄ *H ₂ O

Бинарная система 90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄- H₂O изучена в пределах температур -3,7 до 70°C. Эвтектика соответствует температуре -3,7°C и составу раствора 19,1% NH₄ H₂PO₄ 80,9% H₂O

Политерма системы характеризуется наличием полей кристаллизации льда, C₇H₉NO, NH₄ H₂PO₄ и нового соединения гидрата N-окись-2,6-диметилпиридина. Поля сходятся в двух тройных точках. Тройная точка совместной кристаллизации C₇H₉NO, C₇H₉NO* H₂O, 90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄ соответствует составу раствора 41,6% C₇H₉NO, 4,8%(90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄), 46,4% H₂O при температуре 22,2 °C. N-окись-2,6-диметилпиридина и (90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄) взаимно высаливают друг друга из раствора.

Эвтектическая точка системы соответствует температуре -5,4°C и составу 14,0% C₇H₉NO, 13,9% (90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄), 72,1% H₂O (таблица 4). Растворимость (90% NH₄ H₂PO₄+10% (NH₄)₂ HPO₄) при добавлении в раствор C₇H₉NO при 50°C уменьшается на 17,4%.

Из анализа систем следует, что компоненты оказывают взаимное высаливающее действие друг на друга; высаливание C₇H₉NO из растворов соответствующих систем увеличивается в ряду NH₄H₂PO₄→90% NH₄H₂PO₄ + 10%(NH₄)₂HPO₄ → (NH₄)₂HPO₄, а высаливание фосфатов аммония под влиянием C₇H₉NO увеличивается в ряду 90% NH₄H₂PO₄+10%(NH₄)₂HPO₄→ NH₄ H₂PO₄→ (NH₄)₂ HPO₄.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что организация крупнотоннажного производства аммофоса, содержащих ИВИН не представляет особых затруднений. При этом следует подчеркнуть, что ИВИН являются вполне доступным ФАВом.

ВЫВОДЫ

Визуально-политермическим методом, исследованы плавкость и растворимость в трех бинарных и восьми тройных водных системах, компонентами которых являются физиологически активные вещества N-окись-2,6-диметилпиридина (ИВИН) дигидроорто-, гидроортофосфаты аммония.

В системах, состоящих из N-окись-2,6-диметилпиридина и



ортофосфатов аммония, впервые установлено образование двух новых соединений следующего состава $C_7H_9NO \cdot H_2O$.

Выделенные из систем новые соединения $C_7H_9NO \cdot H_2O$ идентифицированы различными термогравиметрическим, рентгенофазовым, спектроскопическими методами физико-химического анализа.

На основе проведенных физико-химических исследований

растворимости, плавкости систем и технологических исследований с изучением реологических свойств растворов ЭФК, содержащий физиологически активные вещества.

На лабораторной опытной установке получены опытные партии аммофоса, содержащих различные физиологически активные вещества, обладающих хорошими физико-химическими и товарными свойствами.

Литературы:

1. <https://www.m24.ru/news/obshchestvo/>
2. Унанянц Т.П. Современное состояние и прогноз мирового производства и потребление минеральных удобрений к 2000 году //Химия в сельском хозяйстве. -1978. - № 4, - С.51-57. .
3. FAO, Annual Fertilizer Review, 1973-1996.
4. О повышении роли науки в развития агропромышленного комплекса страны (Краткая информация о сессии ВАСХНИЛ, проходившей 29 ноября 1983 г.) //Химия в сельском хозяйстве. -1983, - №3. -С.58-60.
5. Новый регулятор роста растений - ИВИН /Кухарь В.П., Карабанов Ю.В., Павленко А.Ф., Петренко В.С. и др. // Физиологически активные вещества, -Киев: Наукова думка, - 1986. -Вып. 18. -С 3-14.
6. Мансуров У.Н. Получение аммофоса и карбамида, содержащих физиологически активные вещества - уротрол и розалин: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. -Ташкент, 1989. - 23 с
7. Чумаков Ю.И. Пиридиновые основания. -Киев:Техника, 1965. - 191 с.
8. Влияние ИВИНа на развитие и ускорение созревания хлопчатника /Ю.В.Карабанов, Л.Д. Прусакова, Н.А.Паренко и др. //Физиологически активные вещества. -1986. -В.18. -С.90-91.
9. Jshikawa M, Sai Z-P. Separation and purification of domestic coal-tar bases. VI. Syntheses of Pyridine homolog N-Oxides //J.Pharm.Soc.Japan.-1943.Y.63.P.78.-1950.Y.44.-P.7321.
10. Чумаков Ю.И. N-окиси алкилпиридинов //Методы получения химических реактивов и препаратов. -В.7. - 1963 -С.58-60.
11. Дополнения к "Списку химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторы роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1982-1984 годы" //Защита растений.-1984. -№2. -С.56.
12. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями и , болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1986 -1990 годы. Государственная комиссия по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при Минсельхозе СССР. -М., 1987.
13. Андрей Георгиевич Бергман. Некролог /Ленешков И.Н, Проценко Н.И, Ильясов И.Н, и др. //Журн. неорган. химии. - 1974. -Т. 19. -№6. -С.1684-1687.



14. VI Всесоюзный Менделеевский съезд по теоретической и прикладной химии (25 октября – 1 ноября 1932 г.) // Тез. докл.-Харьков, 1932. -Т.2. -Вып.1. -С.631-637.
15. Трунин А.С., Петрова Д.Г. Визуально-политермический метод. -Куйбышев: Куйбышевский политехнический институт, 1977. -94с.-Рук.Деп.ВВИНИТИ 6 февраля, 1978. №584-78.
16. Кельман Ф.Н., Бруцкас Е.Б., Ошерович Р.Х. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений.-М.:Госхимиздат, 1963. - 351 с .
17. Руководство по анализу и производстве фосфора, фосфорной кислоты и удобрений /Под ред. И.Б.Мойжеса. -Л.:ЛенМИИГИПРОХИМ.Химия, 1973,-216 с
18. Мидерль Д., Нидель В. Микрометоды количественного органического анализа. - М.:Госхимиздат, 1949. - С. 73-94.
19. ГОСТ 24614-81. Кулонометрический метод определения воды.
20. . ГОСТ 2081-75. Карбамид. Изд. официальное. М.:Изд-во стандартов, 1975. и 1981.
21. Практическое руководство по термографии /Л.Г.Берг, Н.И.Бурмистрова, М.И. Озерова, Г.Г.Пуринов. -Казань: Казан. ун - т, 1976. -222 с .
22. И.Абидов, Ф.Хошимов, А.Охундадаев. Технология азотно-фосфорных удобрений содержащих физиологически активных веществ. Монография, Наманган. НамИТИ 2019.
23. 3. И.Абидов, Т.Ботиров, А.Охундадаев. Разработка технологии аммофоса и карбамида, содержащих физиологически активные вещества. Вестник Таджикского педагогического института, 2019 №2.
24. Бергман А.Г., Определенкова Л. Б. Политерма растворимости тройной системы вода - мочевины - диаммонийфосфат //Журн.прикл. химии. -1967. -Т.40. -№8. -С.1835.
25. Бергман А. Г. , Великанова Л. В. Тройная система вода - нитрат аммония-диаммонийфосфат //Журн.прикл. химии. - 1967. -Т.40. -№8. -С.1835.
26. Трещов А.Г.Взаимодействие мочевины с диаммонийфосфатом //Доклады ТСХА. -1957. -Т.29. - С.402.